雑誌　月刊「リフォーム」１９８７年４月号　掲載

既存建物の調査診断法

本誌２月号、３月号で２回にわたり調査診断法の具体的な手法をみてみた。２月号では調査診断全体の概要と考え方のほか,調査項目ごとの診断法として①設計酬書調査および事前調査、②囲視調査、③コンク１コートのひび割れ調査、④外壁剥離タイルの表面温度赤外線映像診断方法、⑤内視鏡による構造物診断方法、⑥軟質膜厚測定法を紹介。引き続き３月号では⑦コンクリート圧縮強度試験、⑧鉄筋探知機によるフラ法、⑨コンクリートの中性化と鉄筋のかぶり厚さなどの調査、⑩鉄筋腐禽調査法について述べた。

今月号は最終回として⑪コアボーリング法によるコンクリート圧縮強度試験、⑫ヘリウムガスによる漏水調査法、⑬振動試験法、⑭超琶波厚さ計、⑮漏水の水質模責法、⑯旧塗膜下地の付着試験およびシーラ適合試験、⑰建具廻り伸縮圏地・打縮猫地の調査、⑱結露調査、⑲床の摩擦係数の測定を載せた。

11 コアボーリング法によるコンクリート圧縮強度試験

11ー1 目的、概要

打設された躯体コンクリートから、円柱状のコア供試体をドリルによって切り取り、その圧縮強度試験から実際のコンクリートの圧縮強度が設計上の必要強度を確保しているか否かを確認する。

11ー2 方法、手法

1) ボーリング位置の選定と必要本数

①被害の偏在がない場合

各階の柱、壁、床スラブの中で各工期の代表的箇所から、各３本を抜き取ることを原則として、特に外柱を少なくとも１本加えることとする。

各部材のコアの採取箇所は、柱については、幅方向中央部の作業しやすい高さから、また、床スラブはスパン中央部から採取する。

②被箬の漏在がある場合

1)各階の柱、壁、床スラブの中で各工期の被害の著しい所と経微な所から、各３本を採取する。(ただし被害のない工期および階については、上記 a.による)

2)ボーリングマシーンの選定ドリルの直径は、10Omm を原則とする。

3)コアの採取長さは、壁およびスラブについては、その全厚を抜き取る。柱の場合には、主筋の内側から 200 ㎜以上抜き取ることを原則として、100mm 以下となったときには、抜き取りをやりなおすこととする。

4)鉄筋をかんだときの処理は、あらかじめ鉄筋探知器や研りにより、鉄筋の位置を確認しておき、切断をできる限り少なくするように努める。壁、床スラブのコア供試体に含まれる鉄筋は、２本を限度として３本目をかんだときには、ボーリングをやりなおす。また、２本であっても交差した鉄筋をかんだ場合には、ボーリングをやりなおす。

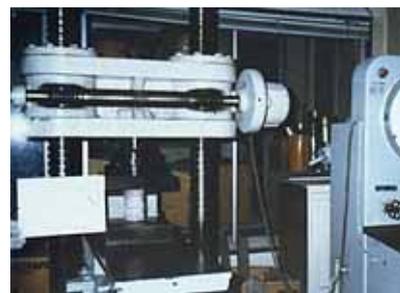
5)ボーリングにより、鉄筋を切断した場合には、鉄筋の周辺のコンクリートを十分斬り取り、切断された鉄筋と同材質、同径のものを重ね溶接する。

写真－1　ドリル用コア抜き装置

写真－2　中性化調査等のための梁型のコア抜き

写真－3　ボーリングマシーンによるコア抜き

写真－4　コア供試体

写真－5　圧縮強度試験機

6)切り取ったコアは、コンンクリート部分の長さ、締固めや分離の状態、木片などの異物をかんだときはその種類、大きさ位置、鉄筋をかんだときは鉄筋の径、種類(異形・丸鋼)、位置、さびの状態、その他、打継ぎ部、きれつ、死石の有無などの状態を観察する。

7)強度試験は、JIS　A　1107 に準じて行う。

8)コア供試体両立端面は、JIS　A　1132 コンクリートの強度試験用供試体の作り方による所定の平面度に仕上げる。

9)コア供試体の圧縮強度試験方法は､JIS　A　1108 コンクリートの圧縮強度試験力法による。

10)小径コアードリルは埋設鉄筋、鉄骨の深さ、径、発錆状況、コンクリートの中性化深さなどを調査する際、鉄筋探知器、内視鏡、腐触置位測定などとの併用によりコンクリートを大がかりに斫り出さずにコア内で調査することができる。

(抜粋)[参考文献]清水建設㈱研究所編著
既存建築の構造診断法　技報堂出版 1974

12. ヘリウムガスによる漏水調査法

12ー1 目的、概要

ヘリウムガスの比重の軽さと検出精度の高さを利用した漏水箇所調査法である。建物の漏水箇所の調査だけでなく地下埋設管の破損箇所を確実に発見できる。

12ー2 調査方法

1)漏水箇所をビニールで養生する。

2)ガス圧送前に計測を行い計器に表示される気体のないことを確認する。

3)ガスを圧送(圧力調整機の 2 次側バルブを徐々に開き圧力計にて 2 kg/cm 切圧力程度)する。の圧送後、漏水原因と想定される部位においてガス検知機により検知する。

写真－6　漏水箇所のビニール養生

写真－7　ヘリウムガス調整器と容器

写真－8　ヘリウムガス検知器

窒素
N2(Nitorogen)

分子量：28.0l34

比　重：0.967(空気＝1)

密　度：1.25053(kg/㎥)

特　性：不燃性

容器塗装：ねずみ色

	純ガス A	純ガス B	高純度
純度	99.9995%以上	99.995%以上	99.999%以上
O2	0.5ppm 以下	0.5ppm 以下	1ppm 以下
CO2	1ppm 以下	1ppm 以下	
H2	1ppm 以下	1ppm 以下	
CH4	1ppm 以下		
CO	1ppm 以下		
NOx	0.1ppm 以下		
水分(露点)	-70℃以下	-70℃以下	-70℃以下
容器	3.4、10、47		10、47
容器バルブ	22・14・OR		
充填圧力	150kg/c㎡		
圧力調整器	JET-S106, 125、LAB01000, 1300、WR 11, 13		

ヘリウム
He(Helium)

分子量：4.0026

比　重：0.136(空気＝1)

密　度：0.176(kg/㎥)

特　性：不燃性

容器塗装：ねずみ色

	純ガス	1 級
純度	99.999%以上	99.995%以上
O2	0.05ppm 以下	5ppm 以下
N2	検出せず	20ppm 以下
CO	〃	1ppm 以下
CO2	〃	5ppm 以下
H･C	〃	1ppm 以下
その他の不純物	0.5ppm 以下	10ppm 以下
水分(露点)	-70℃以下	-70℃以下
容器	3.4、10、47	
容器バルブ	209・14・OR	
充填圧力	120kg/c㎡	150kg/c㎡
圧力調整器	JET-S306, 325、LAB01006, 1007, 1385、WR 11, 13	

13. 振動試験法

13ー1 目的、概要

振動試験法は、現在建築物の非常に国立つ構造亀裂や、スラブ、梁などの変形が生じた場合にしか用いられていないが、簡便で廉価な振動試験器の普及により、スラブや梁亀裂のエポキシ注入補修や鉄筋補強後の効果を診断する方法として広く用いられていくものと思われます。梁、スラブの圃有振動数は、形状、材質、および周辺の支持状態によって決まる。そこで固有振動数、振幅、モード、減衰を計測することにより一体性、支持状態などの不確定量を検討するために行うものである。試験法は,衝撃振動法による。境場における振動データは(図ー1>の方法で行うものとする。

13ー2 解析は図ー2 の方法で行う

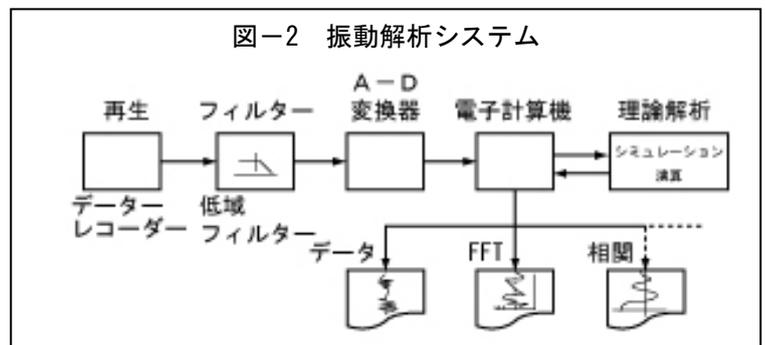
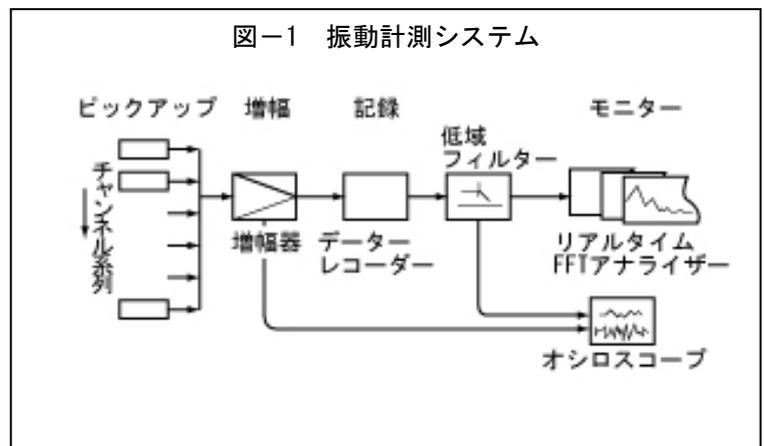
13ー3 衝撃試験による正方形スラブ
実測例(表ー1)

図ー1　振動計測システム

表ー1　衝撃に対する振動感覚

変位振幅δ'の範囲	正方形スラブでの振動感覚または状況
0～10μ 10～30μ	硬い感じの床スラブ。振動苦情が起こることは考えられない通常の床スラブ。まず振動苦情は起きない。
30～60μ	やや、やわらかい感じの床スラブ、用途によっては苦情を訴えられる。
60～100μ	やわらかい感じの床スラブ。苦情を訴えられる。
100μ以上	きわめてやわらかい感じの床スラブ。構造的に欠陥の恐れがある。

図ー2　振動解析システム

写真ー9　振動解析装置

写真ー10　出力装置

14. 超音波厚さ計

14ー1 自的、概要

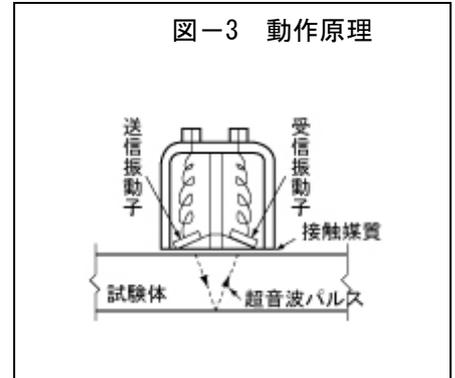
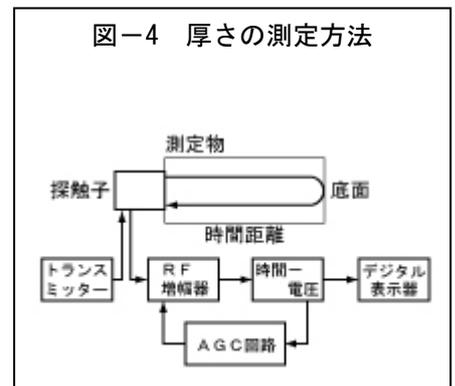
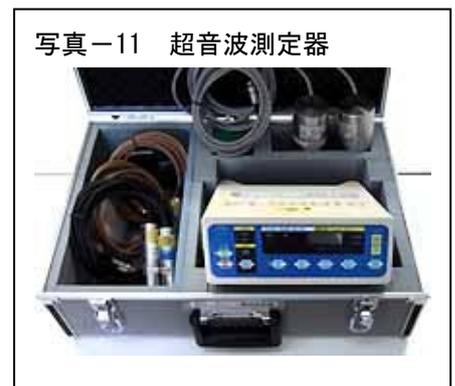
板厚を測定するには、一般にスケール、ノギス、マイクロメータなどが使われる。しかし、これらは大型の板や管の肉厚測定には使用困難である。特に、棚や手摺パイプの埋め込み部、腐触板、管の厚さ潤定には超音波厚さ計が便利である。

14-2 測定の原理

超音波探傷器で、試験体の表面から底面までの距離(板厚)をかなり正確に測れることはよく知られている。これは一般に固体中の音速が材質により一定で、特に鉄鋼では組成、組織が異っても 5800m/s〜5950m/s にほとんど含まれて、常温付近の音速の差の少ないからである。超音波厚さ計もこれと全く同じ僚理で分割形探触子の送信用振動子により、パルスを出して受信用振動子で試験体底面からの反射エコーを受けるものである。この底磯エコーの現れる時間を測定し、これを電圧または電流に変換し、厚さとしてメーターまたはデジタル表示するものである。

標準的な厚さ計の測定手順は次の通りである。なお、装麗の種類や形式により手順の異なる場合もあるので注意を要する。このときは、厚さ計に添付してある取扱説明書をよく読んで操作することが必要である。

①厚さ計本捧に高周波ケーブルおよび探触子を接続する。
②所要のバッテリーまたは乾電池を充竃したもの、または新品を入れる。
③スイッチを入れる。
④厚さ計に添付されている鋼性試験片に接触媒質として、マシン油を塗布する。薄く塗るだけでよい。
⑤探触子を静かに接触させる。厚さ計の表示がでる。
⑥この表示している値が、試験片の厚さになるように０点調整のつまみを回す。
⑦試験材の測定面を 50s〜100s 程度に金ブラシ、ハンドグラインダ、やすりなどを使い平滑にする。
⑧測定而が十分平滑ならば接触媒質としてマシン油を塗る。多少凹凸があったり、管材(パイブ)などの場合にはグリセリンを接触媒質として使用する。
⑨探触子を静かに接触させる。厚さ計の表示値が、一定定の値になるように、探触子を軽く押す。試験材の灘定面に探触子片当りにならないように注意する。
⑩もし、試験片と試験材が同一の材質なら、この表示値が測定値である。

図ー3　動作原理

図ー4　厚さの測定方法

写真ー11　超音波測定器

写真ー12 超音波厚さ計によるタンク厚さの測定

⑪もし、音速が不明試験材の厚さ測定の場合は、あらかじめ厚さのわかっている所または同一材質平板のテストピースで測定する。厚さと表示値の比 K を求める。これを音速補正係数と言う。たとえば 10mm の厚さで表示値が 9.4mm とすると K=1.06 である。試験材の表示値に K を掛ければ、厚さが求められる。表示値が 18.8 mmなら、厚さは 19.9 mmである。
⑫音速調整つまみがあるときは、たとえば 10.0 mmの厚さの表示値が 9.4mm のとき、音速調整で表示値が 10.0mm になるようにする。このようにすれば、その後の表示値は測定値となる。
⑬音速調整に、鋼、アルミニウム、銅などと書いてあるものもある。しかし参考目盛である。よって、いつも音速補正係数が 1 になるように調整するのが正しい。

正確な厚さ測定を行うため、最も重要なことは被検材に対し、探触子の安定した接触である。

（日体非破壊検査協会:第一回超音波厚さ計講習会講義・実習テキスト 1975 年度 p.13～14 抜粋）

15. 漏水の水質検査法

15-1 調査、目的

建物に生じた漏水のイオン濃度や水質試験などにより水道水、排水、雨水、湧水等を半 11 別し、漏水の源を推定する調査法である。写真－13 は、塩累濃度測定器。

写真－13 塩素濃度測定器

写真－14　残留塩素計

写真－15　受水槽水質試験機

16. 旧塗膜下地の付着力試験及びシーラ適合試験

16－1 目的,概要

塗装の付着不良は、旧塗膜下地の風化やプラスタリシン等、シープの浸透しない下地材の未撤去や、旧塗膜とシープや塗膜材が合わない場合に顕著に生じる。このため事前に 1 日塗膜の付着強度や破断状況、旧塗膜の種別を知るための調査法である。

引張試験機は建研式のものと、軽量の準建研式のものがある。塗膜調査に関しては軽量のものが適している。

16-2 旧塗膜の付着強度試験

1)調査箇所は東西南北、その建物規模によって決める。塗膜の劣化が一様でない場合は、劣化のランクごとにも測定を行う。

2)測定手順

①テストピースを紙やすりでみがく。
②テストピースをシンナーで拭く。
③二液性硬化型エポキシ系接着剤を同量むらがなくなるまで攪拌する。
④テストビースに攪拌した接着材をたっぷりつけ測定箇所におしつけガムテープでとめる。
⑤ガムテープを取ってずれない状態になったらガムテープをはがし、テストピース廻りにカッターを入れる(完全硬化するとカッターが入らず、接着面積がテストピースの付着面積より大きくなり測定結果に差が生じる)。
⑥引張試験機のアタッチメントのネジをテストピースに取りつける。
⑦油圧ハンドルを廻しテストピースに引張力をかける。
⑧小メーターは測定範畷を越えると壊れるので測定範囲をオーバーしそうな場合は小メーターのバルブを締め大メーターに切りかえる。
⑨メーターの数量を記録しテストピースの曲積で割算し、ｃ㎡当りの付着強度を求める。
⑩破断面の状態をスケッチする。
⑪シーラ塗布後についても同様に行う。
⑫溶剤系シーラを塗布後、溶剤による膨潤、ちじれ、剥離の傾向を記録する。
⑬弾性塗膜の付着力や劣化の総合判定をする場合は付着力試験の結果だけでなくピーリング試験のひきむきによる塗膜のむけ状態や破断状態を記録する。
⑭旧塗膜の材質を特定する場合は、成分分析を行う。

写真－16　小型接着力試験器

写真－17　サッシュ廻りシーリング材のサンプリング

写真－18　笠木廻りシーリング材のサンプリング

17. 建具廻り伸縮目地・打縮目地の調査

17-1 目的、概要

シーリング施工の際の接着面乾燥状態やシーリング材断面形状、清掃や材料の攪拌等の施工精度により経年変化に関係なく故障が生じる。また使用目的や単価により材質の異ったシーリング材が使用されている。故修の際、既存シーリング材の撤去および清掃が不十分な状態での充填や既存の材質と異なるシーリング材の重ね打ちをすると簡単に剥離してしまう。

本調査では、各目地の充填材の付着状況、活性状況、目地の形状測定、シーリング材の種別判定、硬化率測定等を行い改修工事佳様決定の資料とするものである。

18. 結露調査

18ー1 目的、調査

日本の気嵌風十は湿度が高い、また気密性の高い暖房化の進んだ建物は表面結露や壁体の室外と室内の温度差によって壁体の内部に結露が生じる。そのため湿気・結露に起因したカビの発生による小児や老人のカビ胞チぜんそく、カビを食うダニの発生、発癌性のカビ、また湿気、結露による畳・クロス・ボードなどの室内仕上げ部分の汚染が多発し社会的問題となっている。

現在、結露防止の断熱工法が行われているが、断熱工法だけでは、結露を防止するには、限界がある。居住生活において生じた水蒸気は、夜間に室内気温が下がり露点温度(空気中の水蒸気が不飽和の時、この空気の潟度を次第に下げていくと、ある温度で飽和状態に達し、さらに下げると水蒸気の一部が凝結して物体の表面に露を結ぶ、この初めて露を結ぶ温度は図ー3 湿り空気線図を参照されたい)に達すると室内の壁、天井、床に結露水として付着してしみこむ。

昼間留守となる住居では、日中太陽のふく射熱受熱や外気温の上昇に伴い室内の壁や床、天井から水分が室内空気中に蒸発する。外気温降下にともなって室内気温が下がり露点温度に達すると再び室内の壁、天井、床に結露水として付着してしみこむ。このため昼間留守となる住居の室内は、帰宅後換気しても、十分湿気を減衰することが出来ない。また燃焼部開放型の暖房器などを使用した場合もガスや石油に含まれている水分が水蒸気となって室内空気申に蒸発する(表ー2～7 を参照されたい)。ビルの暖房空気も加湿されて送られている。この蒸発した水蒸気は室内の気温の低下にともない壁・天井・床・サッシなどにしみ込んだり表面結露する。このこうした状態のもとにあっては室内に水分を生じることを防止することは、著しく困難であるといえる。

結露調査は、これらの原因究明と対策のために行う。

18ー2 主な結露調査のための測定調査項目

①自記温湿度計による

a)各室室内温度(H=1.5M24H 以上)

b)各室のうち比較的暖い部屋と寒い部屋の湿度(24H)以上

c)外気温湿度

d)設計図書、壁体の構造などの概略

上記データの記録および湿り空気線図の解析により結露原囚の大半が判明する。

②データロガーによる

a)各室の外壁に面した内壁の表面または、表層部の温度

b)外気温(測定センサー部が、太陽の放射エネルギーを受けないようにデータ取りする)

c)設計ヒの外壁の購外寸法および空気層等寸法の測定①および②のデータ取りや解析により設計条件通り調査対象外壁などが施工されているか判定できる。

③内視鏡調査

10 ㎜の調査穴をあけ調査壁体の実際の構造、湿潤などを測定、確認する。

④赤赤外線映像装置による調査

断熱工事の施工効果、施工状態や施工不良箇所、熱橋を被破壊、壁体内結露の有無を調査する。

詳細は、月刊リフォーム 1985 年 9 月号「赤外線映像装置を用いた断熱性能講査」日裏徹、山根修、青柳志郎共著、を参照されたい。

⑤微風力計による換気調査

換気設備の排気能力や建物の立地、建物屋「人 1 の汗到犬、水蒸気を発生する部屋の換気などを考慮した計画的な換気がなされているか換気調査を行う。

⑥炭酸ガスによる換気調査

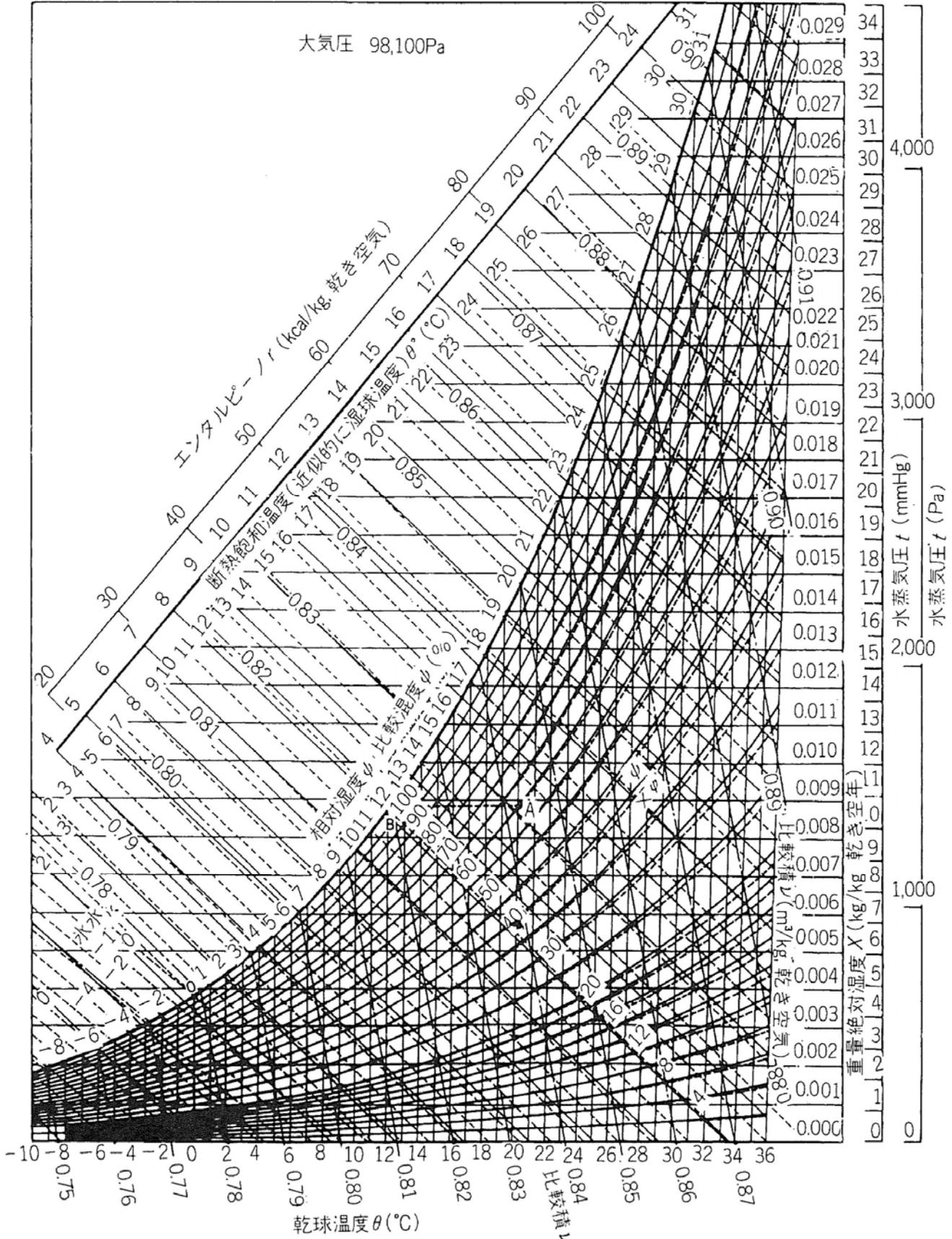
各調査箇所の炭酸ガス濃度の測定により室内の対流効果、換気量、換気回数を測定する。

炭酸ガスによる換気量、換気回数の測定は,JISA1406 炭酸ガス}」、による。

写真－19 は電子式自記温湿度計、写真－20 が気温、湿度、目射などを 32 チャンネルまで同時長時間計測できるデータロガー、写真－21 は温度センサー、対流熱損失センサーである。

〔参考文献〕1)建築資料集成 1 環境　日本建築学会編　丸善 2)建築計画原論 1.Ⅱ　渡辺要著　丸善　3)建築の結露、建築の断熱　山田雅士著　井上書店

図－3　湿り空気線図

大気圧　98,100Pa
エンタルピーノr（kcal/kg.乾き空気）
断熱飽和温度（近似的に湿球温度）θ'（℃）
相対湿度ψ，比較湿度ψ（%）
比較積ν（m³/kg.乾き空気）
重量絶対湿度X（kg/kg 乾き空気）
水蒸気圧t（mmHg）
水蒸気圧t（Pa）
乾球温度θ（℃）
比較積ν
氷水

表－2　作業強度および環境温度別水蒸気発生量(g/h)

作業状態	環境温度(℃)						
作業強度(kgm/h)	5	10	15	20	25	30	35
静座　0	28	28	28	34	57	94	132
軽動作　2,280	41	45	73	109	162	206	250
中動作　4,570	48	48	107	158	252	266	311
重動作　9,140	96	141	190	270	324	363	385

ASHRAE Guide & Data Book(1961)よりアメリカ人体表面積 1.81 ㎡
日本人 1.58 ㎡として換算したもの。子供は約半分。女子はやや少ない。
湿度の影響はあまりない。

表－3　就寝時の水蒸気発生量

室温(℃)	15	20	25	30
発生量(9/h)	45	55	67	81

表－4 やかん、鍋などからの水蒸気発生量

炊事器具	沸騰前の加熱状態(g/h)	沸騰中の状態(g/h)
やかん	50～115	1,300～1,800
同 12cmΦより 19cmΦ	102～132	420～2,280
鍋(蓋あり)	300～700	1,400～2,000
同　　20cmΦ	294	405～2,480
鍋(蓋なし)	340～790	1,400～2,000
同　　20cmΦ	456	420～2,490
ストーブ付属湯沸し	50～100	1,000～1,500

発生量は水面の大きさにもよるが、単位水量に対して単位時間に加えられる熱量の大きさに
最も大きく影響される

表－5　燃料からの水蒸気発生量

燃料	発熱量	水蒸気発生量	水蒸気/発熱量
都市ガス	3.180～3,340kcal/㎥	450～620g/m	0.　198g/kcal
プロパンガス	9,900kcal/kg	33,100g/kg	1.　0.313g/kcal
灯油	8,450kcal/ｌ	1,130g/l	2.　0.133g/kcal

表－6　種々の家事に伴う水蒸気発生量

家　　事	仕　　　様	発　生　量
食器洗い	流しより	75.0ｇ/h ㎡
	容器より	19.7ｇ/h
	朝食後*	90.7ｇ
	昼食後*	68.0ｇ
	夕食後*	294.8ｇ
タオル（ふきん）	乾燥重量120gぬれた状態のとき	26.0ｇ/h
洗濯槽	φ30cm	150.0ｇ/h
床雑布拭き		8.3ｇ/㎡
〃	*	13.6ｇ/㎡

＊アメリカの例(前出)

表－7　調理による水蒸気発生量

食　事	調理食物などより(ｇ/h)	燃料(ガス)より(ｇ/h)	合計(ｇ/h)	調理時間(分)	発生量(ｇ)
朝　食	461	341	802	35	467.8
昼　食	342	295	637	15	159.3
夕　食	608	338	946	60	946.0

写真－19　温湿度データロガー

写真－20　メモリーレコーダー

写真－21　温度センサー、対流熱損失センサー

19. 床の摩擦係数の測定

東京消防庁の救急車出動の上位ランクに、転倒による負傷者のための救急出動がある。建築防災のため大勢の人たちが出入する建物は、床材、ワックス塗布後の摩擦係数、緊急避難時、雨天の際の摩擦係数を把握することが必要である。一般床面、体育館、スポーツ施設、道路などの路面に適用できる最新の摩擦計測装置について紹介する。

測定の原理

下図においてタイヤゴムをWなる力で路面に押し付け、Vなる速度で引っぱると、タイヤゴムはFなる摩擦力を受ける。このカFを測定すれば次式から摩擦係数μを測定することが出来る。

μ=F/W…………(1)

(1)式においてWを一定の値にすると

μ=K・F…………(2)

となりμとFは正比例する(Kは比例定数)。

本装置ではこの原理に基づき、水平に回転する円板にタイヤゴムを取り付け、これに一定の荷重Wを加え、この時タイヤゴムに加わる摩擦力Fと、その時のタイヤゴム線速度V(円板の回転速度)を測定するようになっている。

写真−22は摩擦係数測定装置背面の回転円板、写真−23が摩擦係数自動記録装置。なお、テスト用ゴムピースは、各種靴底などの材質に換えることができる。

原理図

写真−22　回転円板

測定結果の解析方法

写真−23　摩擦係数自動記録装置